

PROGRAM SIMULATION METHOD

Publication number: JP3196202

Publication date: 1991-08-27

Inventor: SAKAMOTO TOSHIHARU; HOSHINO TOSHIHIKO

Applicant: MAZDA MOTOR

Classification:

- international: **G05B19/05; G05B19/048; G05B23/02; G05B19/05; G05B19/048; G05B23/02; (IPC1-7): G05B19/05; G05B23/02**

- European:

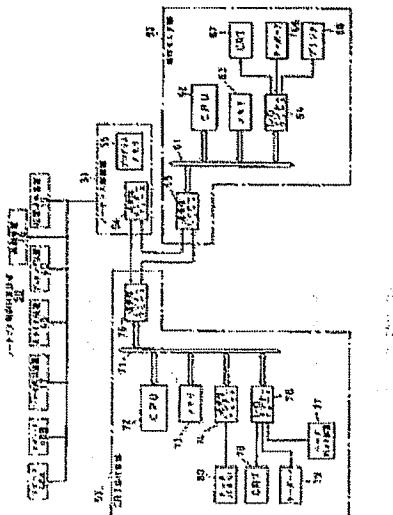
Application number: JP19890335271 19891225

Priority number(s): JP19890335271 19891225

[Report a data error here](#)

Abstract of JP3196202

PURPOSE: To automatically simulate a sequence action control ladder program by connecting a simulation program to the ladder program and actuating both programs after arranging the starting conditions of each program. **CONSTITUTION:** A simulation program connected to a sequence action control ladder program and plural action block ladder programs forming the ladder program is set into a sequence control part 51. Under such conditions, the ladder program is started by means of a control panel. Thus this ladder program operation is started. Therefore plural action step ladder elements forming each action block ladder program and plural actuator action simulation ladder elements forming each simulation program are successively and continuously actuated. Thus it is possible to automatically simulate and confirm the operation of the sequence action control ladder program.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑫ 公開特許公報 (A) 平3-196202

⑬ Int. Cl. 5

G 05 B 19/05
23/02

識別記号

府内整理番号

D 7740-5H
H 7429-5H

⑬ 公開 平成3年(1991)8月27日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全15頁)

⑤ 発明の名称 プログラムのシミュレーション方法

② 特願 平1-335271

② 出願 平1(1989)12月25日

⑦ 発明者 坂本 俊治 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

⑦ 発明者 星野 俊彦 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

⑦ 出願人 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号

④ 代理人 弁理士 神原 貞昭

明細書

1. 発明の名称

プログラムのシミュレーション方法

2. 特許請求の範囲

設備が行うべき諸動作が、開始から終了まで独立して行われることになる一連の動作の最大単位を動作ブロックとして複数の動作ブロックに区分されるとともに、各動作ブロックが夫々がアクチュエータの作動を伴う複数の動作ステップに区分されたもとで、上記設備に上記複数の動作ブロックの夫々における複数の動作ステップを予め設定された順序をもって順次実行させるための、夫々が各動作ステップに対応して設けられてアクチュエータ用出力を発生するものとされた、複数の動作ステップラグ要素が継段接続されて成るシーケンス動作制御ラダープログラムに、夫々が各動作ステップラグ要素に対応して設けられ、当該動作ステップラグ要素が発生するアクチュエータ用出力により起動されて所定の時間後に次段の動作ステップラグ要素に対する起動出力を発生

させるものとされた、複数のアクチュエータ動作シミュレーションラグ要素が継段接続されて成るシミュレーションプログラムを接続し、上記シーケンス動作制御ラダープログラムを起動して該シーケンス動作制御ラダープログラムと上記シミュレーションプログラムとを作動させ、上記シーケンス動作制御ラダープログラムの作動状態を模擬的に確認するプログラムのシミュレーション方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、生産ライン等における設備にシーケンス動作を行わせるためのシーケンス動作制御プログラムが設定通りに作動するか否かを、模擬的に確認するためのプログラムのシミュレーション方法に関する。

(従来の技術)

自動車の組立ラインの如くの生産ラインにおいて、設置された種々の設備に対してコンピュータを内蔵したシーケンス制御部を設け、斯かるシ

ケンス制御部によって、各設備が順次行うべき動作についてのシーケンス制御を行うようにすることが知られている。斯かるシーケンス制御が行われる際には、シーケンス制御部に内蔵されたコンピュータにシーケンス動作制御プログラムがロードされ、シーケンス制御部が、生産ラインに設置された種々の設備の夫々に対する動作制御の各段階を、シーケンス動作制御プログラムに従って逐次進めていくものとされる。

このように、生産ラインに設置された種々の設備の動作についてのシーケンス制御が行われるようすべく、シーケンス制御部に内蔵された中央処理ユニット(CPU)にロードされるシーケンス動作制御プログラムは、例えば、ラダー形式がとられたもの、即ち、シーケンス動作制御ラダープログラムとされ、実際のシーケンス制御の実行に供されるに先立って、設定通りに作動するか否かを模擬的に確認するシミュレーションが行われる。斯かるシミュレーションがシーケンス動作制御ラダープログラムについて行われる際には、従

来、シーケンス動作制御ラダープログラムに対して、設備の実際の動作に対応する模擬的な入出力信号が外部から加えられ、それによりシーケンス動作制御ラダープログラムが作動せしめられるようになされている。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上述の如くに、シーケンス動作制御ラダープログラムについてのシミュレーションが、シーケンス動作制御ラダープログラムに対して外部から模擬的な入出力信号が加えられることにより行われるにあたっては、模擬的な入出力信号を発生させるための多数のスイッチング要素等が設けられるとが要求されるとともに、加えられるべき入出力信号の選択、選択された入出力信号が加えられるべき順番及びタイミング等の設定が、シーケンス制御部に内蔵されたコンピュータを操作する者により行われることになって煩わしい作業が必要とされるという不都合があり、また、模擬的な入出力信号を発生させるためのスイッチング要素等が、人間により操作されることに

なるので模擬できる現象が限定され、さらに、プログラム全体に亘る検証が困難とされるという問題がある。

斯かる点に鑑み、本発明は、行うべき諸動作が、開始から終了まで独立して行われることになる一連の動作の最大単位を動作ブロックとして複数の動作ブロックに区分されるとともに、各動作ブロックが夫々がアクチュエータの作動を伴う複数の動作ステップに区分されたもとで、設備に複数の動作ブロックの夫々における複数の動作ステップを予め設定された順序をもって順次実行させるためのシーケンス動作制御ラダープログラムについての、設定通りに作動するか否かを模擬的に確認するシミュレーションを、容易な操作のもとにプログラム全般に亘って自動的に行うことができるようとした、プログラムのシミュレーション方法を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段及び作用)

上述の目的を達成すべく、本発明に係るプログラムのシミュレーション方法は、設備が行うべき

諸動作が、開始から終了まで独立して行われることになる一連の動作の最大単位を動作ブロックとして複数の動作ブロックに区分されるとともに、各動作ブロックが夫々がアクチュエータの作動を伴う複数の動作ステップに区分されたもとで、設備に複数の動作ブロックの夫々における複数の動作ステップを予め設定された順序をもって順次実行させるための、夫々が各動作ステップに対応して設けられてアクチュエータ用出力を発生するものとされた、複数の動作ステップラダー要素が縦段接続されて成るシーケンス動作制御ラダープログラムに、夫々が各動作ステップラダー要素に対応して設けられ、当該動作ステップラダー要素が発生するアクチュエータ用出力により起動されて所定の時間後に次段の動作ステップラダー要素に対する起動出力を発生させるものとされた、複数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素が縦段接続されて成るシミュレーションプログラムを接続し、斯かるシミュレーションプログラムが接続されたシーケンス動作制御ラダープログラム

ラムに対する起動条件を整えることにより、シーケンス動作制御ラダープログラムとシミュレーションプログラムとを作動させて、シーケンス動作制御ラダープログラムの作動状態を模擬的に確認するものとされる。

このようにされることによって、シミュレーションプログラムが接続されたシーケンス動作制御ラダープログラムを起動することにより、シーケンス動作制御ラダープログラムにおける各動作ステップラダー要素についての入出力信号が自動的に得られて、シーケンス動作制御ラダープログラムの作動が継続的に行われていく状態が得られ、シーケンス動作制御ラダープログラムについてのシミュレーションを、シーケンス動作制御ラダープログラムについての起動をかけるだけの容易な操作のもとに、プログラム全般に亘って自動的に行うことことができることになる。

(実施例)

本発明に係るプログラムのシミュレーション方法についての説明に先立ち、本発明に係るプログ

ラムのシミュレーション方法によるシミュレーションが行われるシーケンス動作制御ラダープログラムの一例、及び、そのシーケンス動作制御ラダープログラムによってシーケンス動作制御が行われる設備が備えられた車両組立ラインについて、第2図～第5図を参照して述べる。

第2図及び第3図に示される車両組立ラインにおいては、車両のボディ11を受台12上に受け、受台12の位置を制御して受台12上におけるボディ11の位置決めを行う位置決めステーションST1と、パレット13上における所定の位置に載置されたエンジン14、フロントサスペンション組立15とボディ11とを組み合わせるドッキングステーションST2と、ボディ11に対してそれと組み合わされたエンジン14、フロントサスペンション組立及びリアサスペンション組立15を、螺子を用いて締結固定する締結ステーションST3とが設けられている。また、位置決めステーションST1とドッキングステーションST2との

間には、ボディ11を保持して搬送するオーバーヘッド式の移載装置16が設けられており、また、ドッキングステーションST2と締結ステーションST3との間には、パレット13を搬送するパレット搬送装置17が設けられている。

位置決めステーションST1における受台12は、レール18に沿って往復走行移動するものとされており、また、位置決めステーションST1には、図示が省略されているが、受台12に関連して配されて受台12をレール18に直交する方向（車幅方向）及びレール18に沿う方向（前後方向）に移動させ、受台12上に載置されたボディ11についての、その前部の車幅方向における位置決めを行う位置決め手段（B.F.），その後部の車幅方向の位置決めを行う位置決め手段（B.R.）、及び、その前後方向における位置決めを行う位置決め手段（T.L.）が設けられ、さらに、ボディ11における前方左右部及び後方左右部に係合して、ボディ11の受台12に対する位置決めを行う昇降基準ピン（F.L., F.R., R.L., R.R.）

が設けられている。そして、これらの位置決め手段及び昇降基準ピンによって、位置決めステーションST1における位置決め装置19が構成されている。

移載装置16は、位置決めステーションST1とドッキングステーションST2との上方において両者間に掛け渡されて配されたガイドレール20と、ガイドレール20に沿って移動するものとされたキャリア21とから成り、キャリア21には、昇降ハンガーフレーム22が取り付けられていて、ボディ11は昇降ハンガーフレーム22により支持される。また、パレット搬送装置17は、夫々パレット13の下面を受ける多数の支持ローラ23が設けられた一対のガイド部24L及び24R、ガイド部24L及び24Rに夫々平行に延設された一対の搬送レール25L及び25R、各々がパレット13を係止するパレット係止部26を有し、夫々搬送レール25L及び25Rに沿って移動するものとされたパレット搬送台27L及び27R、及び、パレット搬送台27L及び27R

Rを駆動するリニアモータ機構（図示は省略されている）を備えて構成されている。

ドッキングステーションST2には、フロントサスペンション組立及びリアサスペンション組立15の組み付け時において、フロントサスペンション組立におけるストラット15Aを夫々支持して組付姿勢をとらせる一对の左右前方クランプアーム30L及び30R、及び、一对の左右後方クランプアーム31L及び31Rが設けられている。左右前方クランプアーム30L及び30Rは、夫々、取付板部32L及び32Rに、搬送レール25L及び25Rに直交する方向に進退動可能にされて取り付けられるとともに、左右後方クランプアーム31L及び31Rが、夫々、取付板部33L及び33Rに、搬送レール25L及び25Rに直交する方向に進退動可能にされて取り付けられており、左右前方クランプアーム30L及び30Rの相互対向先端部、及び、左右後方クランプアーム31L及び31Rの相互対向先端部の

夫々は、フロントサスペンション組立におけるストラットもしくはリアサスペンション組立15におけるストラット15Aに係合する係合部を有するものとされている。そして、取付板部32Lがアームスライド34Lにより固定基台35Lに対して、搬送レール25L及び25Rに沿う方向に移動可能とされ、取付板部32Rがアームスライド34Rにより固定基台35Rに対して、搬送レール25L及び25Rに沿う方向に移動可能とされ、取付板部33Lがアームスライド36Lにより固定基台37Lに対して、搬送レール25L及び25Rに沿う方向に移動可能とされ、さらに、取付板部33Rがアームスライド36Rにより固定基台37Rに対して、搬送レール25L及び25Rに沿う方向に移動可能とされている。従って、左右前方クランプアーム30L及び30Rは、それらの先端部がフロントサスペンション組立におけるストラットに係合した状態のもとで、前後左右に移動可能とされることになり、左右前方クランプアーム30L及び30R、アームスライド34L及び34R、左右後方クランプアーム31L及び31R、及び、アームスライド36L及び36Rは、ドッキング装置40を構成している。

さらに、ドッキングステーションST2には、搬送レール25L及び25Rに夫々平行に伸びるものとされて設置された一对のスライドレール41L及び41R、スライドレール41L及び41Rに沿ってスライドするものとされた可動部材42、可動部材42を駆動するモータ43等から成るスライド装置45が設けられており、このスライド装置45における可動部材42には、バレット13上に設けられた可動エンジン支持部材（図示は省略されている）に係合する係合手段46が設けられている。また、バレット13を所定の位置に位置決めするものとされた、2個の昇降バレット基準ピン47も設けられている。スライド装

置45は、移載装置16における昇降ハンガーフレーム22により支持されたボディ11に、バレット13上に配されたエンジン14、フロントサスペンション組立及びリアサスペンション組立15が組み合わされる際、その係合手段46が昇降バレット基準ピン47により位置決めされたバレット13上の可動エンジン支持部材に係合した状態で前後動せしめられ、それにより、ボディ11に対してエンジン14を前後動させて、ボディ11とエンジン14との干渉を回避するようにされる。

締結ステーションST3には、ボディ11にそれに組み合わされたエンジン14及びフロントサスペンション組立を締結するための螺子締め作業を行うものとされたロボット48A、及び、ボディ11にそれに組み合わされたリアサスペンション組立15を締結するための螺子締め作業を行うものとされたロボット48Bが設置されており、さらに、締結ステーションST3においても、バレット13を所定の位置に位置決めするものとさ

れた、2個の昇降バレット基準ピン47が設けられている。

上述の如くの車両組立ラインにおいて、位置決めステーションST1における位置決め装置19、移載装置16、ドッキングステーションST2におけるドッキング装置40及びスライド装置45、バレット搬送装置17、及び、締結ステーションST3におけるロボット48A及び48Bが、それらに接続されたシーケンス制御部により、シーケンス動作制御ラダープログラムに基づき、それらの動作についてのシーケンス制御が行われる設備（シーケンス制御対象設備）とされている。

これらシーケンス制御対象設備の夫々が行う動作は、その開始から終了まで独立して行わせることができる一連の動作の最大単位として定義される動作ブロックに区分されると、以下の如くにB0～B11の12個の動作ブロックが得られるものとされる。

B0：位置決め装置19による、受台12上のボディ11の位置決めを行う動作ブロック（受台

位置決め動作ブロック）。

B1：移載装置16による、ボディ11の移載のための準備を行う動作ブロック（移載装置準備動作ブロック）。

B2：ドッキング装置40による、左右前方クランプアーム30L及び30Rによりフロントサスペンション組立のストラットをクランプし、また、左右後方クランプアーム31L及び31Rによりリアサスペンション組立15のストラット15Aをクランプする準備を行う動作ブロック（ストラットクランプ準備動作ブロック）。

B3：位置決め装置19による位置決めがなされた受台12上のボディ11が、移載装置16における昇降ハンガーフレーム22へと移載され、搬送される状態とされる動作ブロック（移載装置受取り動作ブロック）。

B4：スライド装置45による、その可動部材42に設けられた係合手段46をバレット13上の可動エンジン支持部材に係合させるための準備を行う動作ブロック（スライド装置準備動作ブロ

ック）。

B5：位置決め装置19による、受台12を原位置に戻す動作ブロック（受台原位置戻し動作ブロック）。

B6：移載装置16における昇降ハンガーフレーム22により支持されたボディ11に、バレット13上に配されたエンジン14と、バレット13上に配されるとともに、左右前方クランプアーム30L及び30Rによりクランプされたフロントサスペンション組立のストラット、及び、左右後方クランプアーム31L及び31Rによりクランプされたリアサスペンション組立15のストラット15Aを組み合わせる動作ブロック（エンジン/サスペンション・ドッキング動作ブロック）。

B7：移載装置16による、原位置に戻る動作ブロック（移載装置原位置戻り動作ブロック）。

B8：ドッキング装置40による、左右前方クランプアーム30L及び30Rと左右後方クランプアーム31L及び31Rとの夫々を原位置に戻す動作ブロック（クランプアーム原位置戻し動作

ブロック）。

B9：バレット搬送装置17による、リニアモータ機構を作動させて、エンジン14、フロントサスペンション組立及びリアサスペンション組立15が組み合わされたボディ11が載置されたバレット13を、締結ステーションST3へ搬送する動作ブロック（リニアモータ推進ブロック）。

B10：ロボット48Aによる、ボディ11にそれに組み合わされたエンジン14及びフロントサスペンション組立を締結するための螺子締め作業を行う動作ブロック（螺子締め①動作ブロック）。

B11：ロボット48Bによる、ボディ11にそれに組み合わされたリアサスペンション組立15を締結するための螺子締め作業を行う動作ブロック（螺子締め②動作ブロック）。

また、上述の動作ブロックB0～B11の夫々は、夫々が出力動作を伴う複数の動作ステップに区分され、例えば、受台位置決め動作ブロックB0については、位置決め手段BF、BR及びTL、及び、昇降基準ピンFL、FR、RL及びRRの夫

々をアクチュエータとしてその作動を伴う、以下の如くに B 0 S 0 ~ B 0 S 9 の 10 個の動作ステップに区分される。

B 0 S 0 : 各種の条件を確認する動作ステップ（条件確認動作ステップ）。

B 0 S 1 : 位置決め手段 B F により、受台 1 2 が移動せしめられて、ボディ 1 1 の前部についての車幅方向における位置決めが行われる動作ステップ（B F 位置決め動作ステップ）。

B 0 S 2 : 位置決め手段 B R により、受台 1 2 が移動せしめられて、ボディ 1 1 の後部についての車幅方向における位置決めが行われる動作ステップ（B R 位置決め動作ステップ）。

B 0 S 3 : 位置決め手段 T L により、受台 1 2 が移動せしめられて、ボディ 1 1 のレール 1 8 に沿う方向（前後方向）における位置決めが行われる動作ステップ（T L 位置決め動作ステップ）。

B 0 S 4 : 昇降基準ピン F L がボディ 1 1 の前方左側部に係合する動作ステップ（F L 係合動作ステップ）。

B 0 S 5 : 昇降基準ピン F R がボディ 1 1 の前方右側部に係合する動作ステップ（F R 係合動作ステップ）。

B 0 S 6 : 昇降基準ピン R L がボディ 1 1 の後方左側部に係合する動作ステップ（R L 係合動作ステップ）。

B 0 S 7 : 昇降基準ピン R R がボディ 1 1 の後方右側部に係合する動作ステップ（R R 係合動作ステップ）。

B 0 S 8 : 位置決め手段 B F がボディ 1 1 の前部についての車幅方向における位置決めをした状態から原位置に戻る動作ステップ（B F 原位置戻り動作ステップ）。

B 0 S 9 : 位置決め手段 B R がボディ 1 1 の後部についての車幅方向における位置決めをした状態から原位置に戻る動作ステップ（B R 原位置戻り動作ステップ）。

このようなシーケンス制御対象設備の動作についてのシーケンス制御は、シーケンス制御対象設備に接続されるシーケンス制御部に内蔵されたコ

ンピュータにロードされるシーケンス動作制御プログラムに基づいて行われる。そして、斯かるシーケンス動作制御プログラムが作成されるにあたっては、先ず、前述された動作ブロック B 0 ~ B 1 1 が、表-1 に示される如くの、夫々の属性があらわされた動作ブロックマップに纏められる。表-1 の動作ブロックマップにおいて、“SC-REG”は、16 ビットのレジスタをあらわし、動作ブロック B 0 ~ B 1 1 の夫々に 1 個づつ設けられ、各動作ステップが実行される毎にそのステップ No. が書き込まれる。“PROM”は、当該動作ブロックの動作が開始される条件となる直前の動作ブロックをあらわし、“T0”は当該動作ブロックの動作完了によって動作を開始せしめられる、当該動作ブロックの直後につながる動作ブロックをあらわし、“クリア条件”は、当該動作ブロックに関わる設備が原状に戻る動作ブロックをあらわし、さらに、“設備”は、当該動作ブロックに関わるシーケンス制御対象設備をあらわす。

表-1

No.	SC-REG	ブロック名	PROM	T0	クリア条件	設備
B 0	D1000	受台位置決め	受台上にボディ有	B 3	B 5	19
B 1	D1001	移載装置準備	受台上にボディ有	B 3	B 7	16
B 2	D1002	ストラップトクランプ準備	S T 2 にボディ有	B 4	B 8	40
B 3	D1003	移載装置受取り	B 0, B 1	B 5 B 6	B 7	19 16
B 4	D1004	スライド装置準備	B 2	B 6	B 7 B 8	45
B 5	D1005	受台原位置戻し	B 3	—	B 5	19
B 6	D1006	エンジン/サスペンション・ドッキング	B 3, B 4	B 7 B 8	B 7 B 8	16 40 45
B 7	D1007	移載装置原位置戻り	B 6	—	B 7	16
B 8	D1008	クランプアーム原位置戻し	B 6	—	B 8	40
B 9	D1009	リニアモータ推進	S T 2 にボディ有	—	B 9	17

B10	D1010	蝶子締め ①	S T 3 にボ ディ有	—	B10	48A
B11	D1011	蝶子締め ②	S T 3 にボ ディ有	—	B11	48B

また、動作ブロック B 0 ~ B 11 の夫々毎に、それにおける複数の動作ステップが、夫々の属性があらわされた動作ステップマップに纏められる。例えば、前述された動作ブロック B 0 における動作ステップ B 0 S 0 ~ B 0 S 9 については、先ず、表-2 に示される如くの位置決め装置 19 についての入出力マップが作成される。表-2 の入出力マップにおいて、“コメント”は、各動作ステップの内容をあらわす。

表-2

No.	コメント	動作	出デ カイ コバ イルス	確 認 入 力 接 点	手 動 入 力 接 点	原 位置
A01	ワーク有	—	—	X 0	X A	—

A02	B F (位 置決め)	出	Y 1	X 1	X B	
A03	B F (位 置決め)	戻	Y 2	X 2	X C	○
A04	B R (位 置決め)	出	Y 3	X 3	X D	
A05	B R (位 置決め)	戻	Y 4	X 4	X E	○
A06	T L (位 置決め)	出	Y 5	X 5	X F	
A07	T L (位 置決め)	戻	Y 6	X 6	X 10	○
A08	F R 基準 ピン	出	Y 7	X 7	X 11	
A09	F R 基準 ピン	戻	Y 8	X 8	X 12	○
A10	F L 基準 ピン	出	Y 9	X 9	X 13	
A11	F L 基準 ピン	戻	Y A	X A	X 14	○
A12	R R 基準 ピン	出	Y B	X B	X 15	
A13	R R 基準 ピン	戻	Y C	X C	X 16	○
A14	R L 基準 ピン	出	Y D	X D	X 17	

A15	R L 基準 ピン	戻	Y E	X E	X 18	○
-----	--------------	---	-----	-----	------	---

統いて、表-2 における“コメント”を呼び出すことにより、表-3 に示される如くの動作ステップマップが纏められる。また、動作ブロック B 1 ~ B 11 の夫々についても同様な動作ステップに纏められる。

表-3

No.	コメント	動作	出デ カイ コバ イルス	確 認 入 力 接 点	手 動 入 力 接 点	原 位置	戻 デ リ 確 認 入 力 接 点	同 時 動 作
B000	動作ブロ ック準備							
B001	条件確認	—	Y 0	X 0	X A			
B0S1	B F (位 置決め)	出	Y 1	X 1	X B		X 8	
B0S2	B R (位 置決め)	出	Y 2	X 2	X C		X 9	
B0S3	T L (位 置決め)	出	Y 3	X 3	X D			

B0S4	F R 基準 ピン	出	Y 4	X 4	X E			1
B0S5	F L 基準 ピン	出	Y 5	X 5	X F			1
B0S6	R R 基準 ピン	出	Y 6	X 6	X 10			1
B0S7	R L 基準 ピン	出	Y 7	X 7	X 11			1
B0S8	B F (位 置決め)	戻	Y 8	X 8	X 12	○		
B0S9	B R (位 置決め)	戻	Y 9	X 9	X 13	○		
B999	動作ブロ ック完了							

そして、表-1 の動作ブロックマップにあらわされた動作ブロック B 0 ~ B 11 の夫々及びその属性についてのデータに基づき、第4図に示される如くの、動作ブロック B 0 ~ B 11 の相互関係を時系列的にあらわした動作ブロックフローチャートが形成され、斯かる動作ブロックフローチャートと表-3 に示される動作ブロック B 0 についての動作ステップマップとから、第5図に示される如くの、動作ブロック B 0 に関しての、動作ス

ステップ B 0 S 0 ~ B 0 S 9 に夫々対応して設けられてアクチュエータ用出力 (Y 0 ~ Y 9) を発生するものとされた動作ステップラダー要素 S R 0, S R 1, S R 2, …, S R 9 が縦段接続されて成る動作ブロックラダープログラム B R P が作成され、さらに、動作ブロックフローチャートと、表-3 に示される動作ブロック B 0 についての動作ステップマップと同様に得られる、動作ブロック B 1 ~ B 11 の夫々についての動作ステップマップとから、第5図に示される動作ブロック B 0 に関する動作ブロックラダープログラム B R P と同様なものとされる、動作ブロック B 1 ~ B 11 の夫々に関する動作ブロックラダープログラム B R P が作成される。そして、動作ブロック B 0 ~ B 11 の夫々に関する 12 個の動作ブロックラダープログラム B R P が順次連結されて、シーケンス動作制御ラダープログラムとされる。

なお、第5図に示される如くの動作ブロックラダープログラム B R P において、S T R は起動条件を、S T P は停止条件を、I L C 0 ~ I L C 9

はインターロック条件を夫々あらわし、また、M A は起動条件 S R T に関する出力接点ディバイスであり、M S は停止条件 S T P に関する出力接点ディバイスであり、X 0 ~ X 9 は確認入力接点ディバイスであり、X A ~ X F, X 10 ~ X 13 は、手動入力接点ディバイスであり、X I はインターロック解除接点ディバイスであり、Y 0 ~ Y 9 は出力コイルディバイスである。

従って、シーケンス制御部によりその動作についてのシーケンス制御が行われるシーケンス制御対象設備は、動作ブロック B 1 ~ B 11 の夫々における複数の動作ステップを、上述の如くに作成されるシーケンス動作制御ラダープログラムに従って順次実行するものとされる。

統いて、上述の如くのシーケンス制御対象設備の動作に対するシーケンス制御を行うためのシーケンス動作制御ラダープログラムについてのシミュレーションに適用される、本発明に係るプログラムのシミュレーション方法の一例について述べる。

第1図は、本発明に係るプログラムのシミュレーション方法の一例が実施されるシミュレーションシステムを、シーケンス制御対象設備と共に示す。シーケンス制御対象設備 50 は、前述の如く、位置決め装置 1 9, 移載装置 1 6, ドッキング装置 4 0, スライド装置 4 5, バレット搬送装置 1 7、及び、ロボット 4 8 A 及び 4 8 B から成るものとされている。

シミュレーションシステムは、シーケンス制御対象設備 50 に接続されてそれに対するシーケンス動作制御を行うシーケンス制御部 51、動作モニタ部 52 及び C R T (陰極線管) 操作盤部 53 とから成るものとされている。

シーケンス制御部 51 は、上述の如くのシーケンス動作制御ラダープログラムとそれに接続された、後述される如くの、シミュレーションプログラムとが格納されるプログラムメモリ 55、及び、送受信インターフェース 54 に接続されるものとされた C P U を内蔵するものとして構成されている。

動作モニタ部 52 は、バスライン 6 1 を通じて接続された中央処理ユニット (C P U) 6 2、メモリ 6 3、入出力インターフェース (I/O インターフェース) 6 4 及び送受信インターフェース 6 5 を有しており、さらに、I/O インターフェース 6 4 に接続されたキーボード 6 6、ディスプレイ用の C R T 6 7 及びプリンタ 6 8 が備えられている。また、C R T 操作盤部 5 3 は、バスライン 7 1 を通じて接続された C P U 7 2、メモリ 7 3、送受信インターフェース 7 4 及び 7 5、及び、I/O インターフェース 7 6 を有しており、さらに、I/O インターフェース 7 6 に接続された補助メモリとしてのハードディスク装置 7 7、ディスプレイ用の C R T 7 8 及びデータ及び制御コード入力用のキーボード 7 9、及び、送受信インターフェース 7 4 に接続されたタッチパネル 8 0 が備えられており、第6図に示される如く、タッチパネル 8 0 は C R T 7 8 のフェースプレート部外面に取り付けられている。

そして、シーケンス制御部 51 が内蔵する C P

Uに接続された送受信インターフェース54と動作モニタ部52に設けられた送受信インターフェース65及びCRT操作盤部53に設けられた送受信インターフェース75の夫々とが相互接続され、さらに、動作モニタ部52に設けられた送受信インターフェース65とCRT操作盤部53に設けられた送受信インターフェース75とが相互接続されている。

CRT操作盤部53は、そのCRT78のフェースプレート部外面に取り付けられたタッチパネル80が、全体的に透明体とされて形成され、その表面に手指等が接触せしめられるとき接触位置に応じた出力信号を発生させるものとされるとともに、第7図に示される如くに、CRT78のフェースプレート部に、シーケンス制御部51を制御するための複数の操作要素W1～W14、表示切換操作要素P1及びP2、及び、機能切換操作要素QG等が配列されて成るものとされた操作盤が選択的に表示されるものとなされており、斯かるCRT78のフェースプレート部に選択的に表

示される複数種の操作盤をあらわす表示データは、ハードディスク装置77に格納されている。そして、タッチパネル80の表面における、CRT78のフェースプレート部に表示された操作盤の操作要素のうちの、選択されたものに対応する位置に手指等が接触せしめられることにより、そのときタッチパネル80から得られる出力信号が、タッチパネル80における接触部に対応する操作盤の操作要素のうちの選択されたものを操作したことになる操作入力として、送受信インターフェース74を通じて供給され、送受信インターフェース74を通じて供給される操作入力は、CPU72に与えられるとともに、送受信インターフェース75から、シーケンス制御部51にその送受信インターフェース54を通じて供給されて、それにより、シーケンス制御部51におけるシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラムの作動についての制御が行われる。

また、動作モニタ部 52 は、シーケンス制御部 51 から送受信インターフェース 54 及び 65 を

通じて、シーケンス制御部 51 におけるシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラムの作動状態をあらわすプログラム処理データを受け取り、それを CPU 62 により処理してプログラム処理データに基づく表示信号及び出力信号を得、I/O インターフェース 64 を通じて、表示信号を CRT 67 に、また、出力信号をプリンタ 68 に夫々供給するものとされている。

シーケンス制御部 5 1 に内蔵されたプログラムメモリ 5 5 に、シーケンス動作制御ラーブログラムに接続されて格納されるシミュレーションプログラムが形成されるにあたっては、シーケンス制御対象設備 5 0 においてシーケンス動作制御ラーブログラムに従って作動せしめされることになる各動作ステップについてのアクチュエータが、1 個のシリンドに置き換えられるものとされる。例えば、動作ブロック B 0 における動作ステップ B 0 S 0 ~ B 0 S 9 についてのアクチュエータである位置決め手段 B F, B R 及び T L, 及び、昇降基準ピン PL, F R, R L 及び R R 等の夫々は、

第8図に示される如くの、1個のシリンド装置90に置き換えられる。斯かるシリンド装置90においては、シリンドロッド91が、第8図において実線により示される位置を基準位置とするとともに、前述の出力コイルディバイスY0～Y9のいずれかが作動せしめられるととき押し出され、各アクチュエータの実際の作動時間に相当する時間を要して、第8図において一点鎖線により示される動作位置をとるものとされ、シリンドロッド91が基準位置にあるとき、前述の確認入力接点ディバイスX1～X9、X0がセット状態とされるとともに、シリンドロッド91が動作位置にあるとき、前述の確認入力接点ディバイスX0～X9がセット状態とされる。

そして、このようなシリング装置 90 に基づき、動作ブロック B 0 については、第 9 図に示される如くに、動作ステップ B 0 S 0, B 0 S 1, . . . , B 0 S 8 及び B 0 S 9 に夫々対応するアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素 S S P 0, S S P 1, . . . , S S P 8 及び S S P 9 が形成さ

れるとともに、それらが縦段接続されて成るシミュレーションプログラム S I M P が作成される。斯かるシミュレーションプログラム S I M P において、T 0 ~ T 9 はタイマーであり、夫々、動作ブロック B 0 における動作ステップ B 0 S 0 ~ B 0 S 9 についてのアクチュエータの実際の作動時間に相当する時間を計測する。そして、シミュレーションプログラム S I M P は、シーケンス動作制御ラダープログラムを構成する、動作ブロック B 0 に関する動作ブロックラダープログラム B R P に接続される。

即ち、動作ブロック B 0 について、動作ステップ B 0 S 0 ~ B 0 S 9 に対応して設けられてアクチュエータ用出力 (Y 0 ~ Y 9) を発生するものとされた動作ステップラダー要素 S R 0, S R 1, S R 2, ... S R 9 が縦段接続されて成る動作ブロックラダープログラム B R P に、動作ステップラダー要素 S R 0, S R 1, S R 2, ... S R 9 に夫々対応するものとされ、動作ステップラダー要素 S R 0, S R 1, S R 2, ... S R 9

の夫々が発生するアクチュエータ用出力 (Y 0 ~ Y 9) により起動されて、各アクチュエータの実際の作動時間に相当する時間後に次段の動作ステップラダー要素に対する起動出力 (X 0 ~ X 9) を発生させるものとされたアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素 S S P 0, S S P 1, ... S S P 8 及び S S P 9 が縦段接続されて成るシミュレーションプログラム S I M P が接続されるのである。

そして、動作ブロック B 1 ~ B 1 1 の夫々についても、動作ブロック B 0 の場合と同様にして、各動作ブロックについての、夫々が各動作ステップに対応して設けられてアクチュエータ用出力を発生するものとされた複数の動作ステップラダー要素が縦段接続されて成る動作ブロックラダープログラムに、夫々が各動作ステップラダー要素に対応して設けられ、その動作ステップラダー要素が発生するアクチュエータ用出力により起動されて所定の時間後に次段の動作ステップラダー要素に対する起動出力を発生させるものとされた、複

数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素が縦段接続されて成るシミュレーションプログラムが接続される。

従って、シーケンス制御部 5 1 に内蔵されたプログラムメモリ 5 5 に格納される、シーケンス動作制御ラダープログラムにシミュレーションプログラムが接続されて成るプログラムは、上述の如くに、シーケンス動作制御ラダープログラムを構成する複数の動作ブロックラダープログラム B R P の夫々に、動作ブロック B 0 ~ B 1 1 の夫々に関するシミュレーションプログラム S I M P が接続されたものとされることになる。

上述の如くにして、シーケンス制御部 5 1 に内蔵されたプログラムメモリ 5 5 に、シーケンス動作制御ラダープログラムとそれを構成する複数の動作ブロックラダープログラム B R P の夫々に接続されたシミュレーションプログラム S I M P とが格納された状態、即ち、シーケンス制御部 5 1 にシーケンス動作制御ラダープログラムとそれを構成する複数の動作ブロックラダープログラム B

R P の夫々に接続されたシミュレーションプログラム S I M P との組込みがなされた状態としたもとで、C R T 操作盤部 5 3 に備えられた C R T 7 8 のフェースプレート部外面に取り付けられたタッチパネル 8 0 の表面における、C R T 7 8 のフェースプレート部に表示された操作盤の操作要素のうちの、シーケンス動作制御ラダープログラムの起動用のものに対応する位置に手指等を接触させることより、シーケンス動作制御ラダープログラムとそれを構成する複数の動作ブロックラダープログラム B R P の夫々に接続されたシミュレーションプログラム S I M P との組込みがなされたシーケンス制御部 5 1 において、シーケンス動作制御ラダープログラムについての起動をかけて、シーケンス動作制御ラダープログラムの作動を開始させる。それにより、シーケンス制御部 5 1 において、シーケンス動作制御ラダープログラムとそれを構成する複数の動作ブロックラダープログラム B R P の夫々に接続されたシミュレーションプログラム S I M P が、各動作ブロックラダープ

ログラム B R P を構成する複数の動作ステップラダー要素及び各シミュレーションプログラム S I M P を構成する複数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素の夫々が順次作動する状態をもって継続的に進行していくものとされ、従って、シーケンス動作制御ラダープログラムのシミュレーションが行われる状態を得る。斯かる際、シーケンス制御部 5 1 から送受信インターフェース 5 4 及び 6 5 を通じて、シーケンス制御部 5 1 におけるシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラム S I M P の作動状態をあらわすプログラム処理データが供給される動作モニタ部 5 2 においては、C R T 6 7 上にシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラム S I M P の夫々の進行状況が表示され、また、プリンタ 6 8 によってシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラム S I M P の夫々の進行状況が紙に記録されて出力されるので、C R T 6 7 上の表示、あるいは、プリンタ 6 8 からの紙出力に基づいて、

シーケンス動作制御ラダープログラムにおける各動作ブロックラダープログラム B R P が適正な順序で進められているか否か、及び、動作ブロックラダープログラム B R P における各動作ステップラダー要素が適正な順序で実行されている否かを確認する。

なお、シーケンス動作制御ラダープログラムのシミュレーションが行われている期間において、シミュレーションプログラム S I M P を構成する複数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素の夫々が実行されている際には、動作モニタ部 5 2 における C R T 6 7 上には、例えば、第 10 図 A, B 及び C に示される如くの、第 8 図に示されるシリンド装置 9 0 をあらわす表示が、アクチュエータ動作シミュレーションラダー要素の進行状態に追従して行われる。第 10 図 A に示される表示は、シリンド装置 9 0 におけるシリンドロッド 9 1 が基準位置にある状態をあらわし、第 10 図 B に示される表示は、シリンドロッド 9 1 が基準位置と動作位置との間にある状態をあらわし、

第 10 図 C に示される表示は、シリンドロッド 9 1 が動作位置をとった状態をあらわしている。
(発明の効果)

以上の説明から明らかな如く、本発明に係るプログラムのシミュレーション方法によれば、行うべき諸動作が、開始から終了まで独立して行われることになる一連の動作の最大単位を動作ブロックとして複数の動作ブロックに区分されるとともに、各動作ブロックが夫々がアクチュエータの作動を伴う複数の動作ステップに区分されたもとで、設備に複数の動作ブロックの夫々における複数の動作ステップを予め設定された順序をもって順次実行させるためのシーケンス動作制御ラダープログラムについての、設定通りに作動するか否かを模擬的に確認するシミュレーションを、シーケンス動作制御ラダープログラムについての起動をかけるだけの容易な操作のもとに、迅速かつ確実に、しかも、プログラム全般に亘って自動的に行うことができることになる。

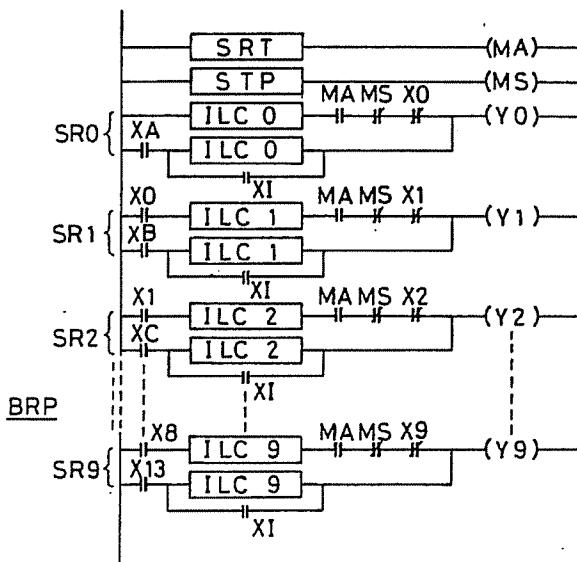
4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法の一例が実施されるシミュレーションシステムをシーケンス制御対象設備と共に示す構成図、第 2 図及び第 3 図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法によるシミュレーションが行われるシーケンス動作制御ラダープログラムの一例によってシーケンス動作制御が行われる設備を備えた車両組立ラインの一例を示す概略側面図及び概略平面図、第 4 図はシーケンス制御対象設備の動作についてのシーケンス制御の説明に供される動作ブロックフローチャート、第 5 図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法によるシミュレーションが行われるシーケンス動作制御ラダープログラムの一例を示すラダー図、第 6 図は第 1 図に示されるシミュレーションシステムにおける C R T 操作盤部の一部分を示す概略斜視図、第 7 図は第 1 図に示されるシミュレーションシステムにおける C R T 操作盤部の説明に供される概略平面図、第 8 図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法に用いられるシミュ

レーションプログラムの作成についての説明に供される図、第9図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法に用いられるシミュレーションプログラムの一例の説明に供されるラグー図、第10図A、B及びCは第1図に示されるシミュレーションシステムにおける動作モニタ部における表示の一例を示す概略平面図である。

図中、16は移載装置、17はパレット搬送装置、19は位置決め装置、40はドッキング装置、45はスライド装置、48A及び48Bはロボット、50はシーケンス制御対象設備、51はシーケンス制御部、52は動作モニタ部、53はCRT(陰極線管)操作盤部、54、65、74及び75は送受信インターフェース、55はプログラムメモリ、62及び72は中央処理ユニット(CPU)、67はCRT、68はプリンタである。

第5図

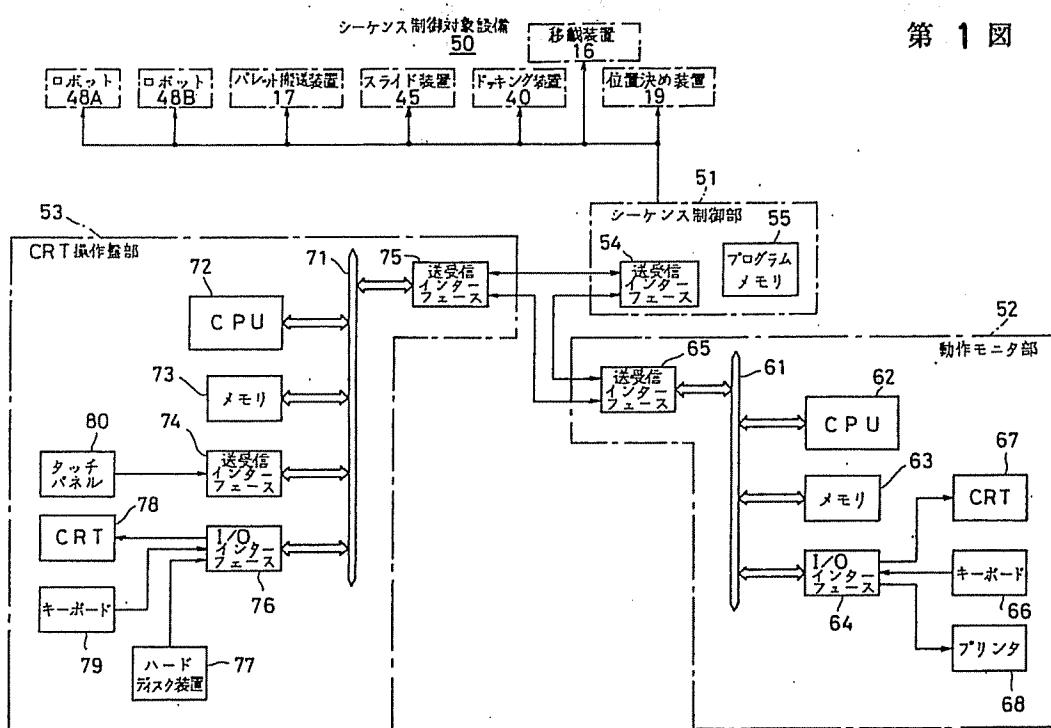


特許出願人 マツダ株式会社

代理人 弁理士 神原貞昭

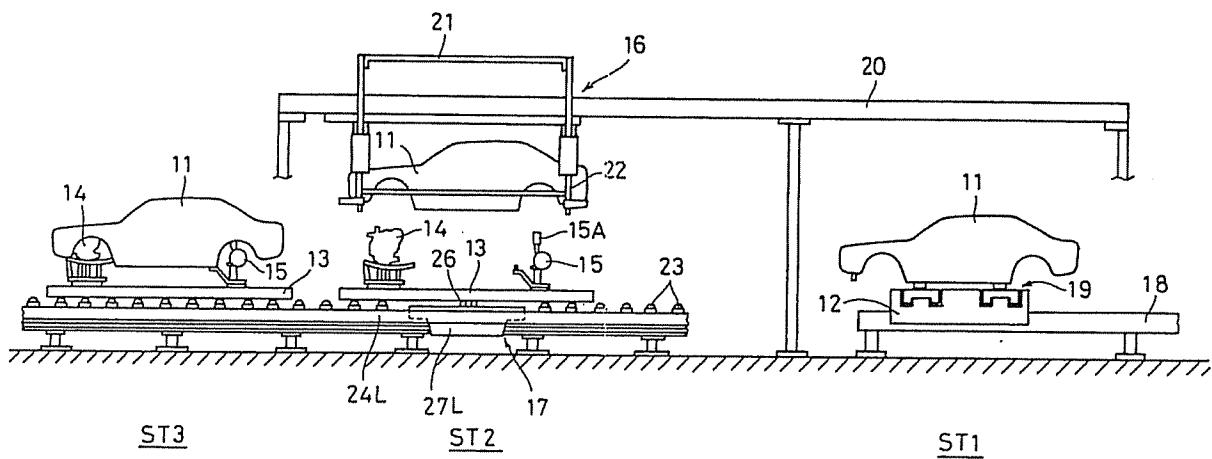


第1図



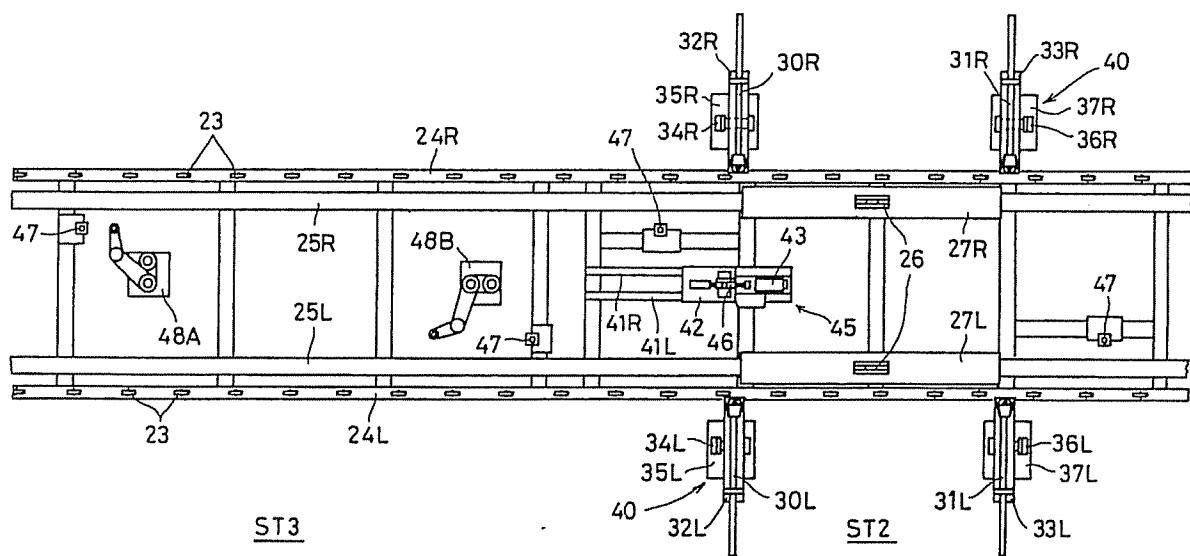
第2図

16: 移載装置
17: パレット搬送装置
19: 位置決め装置

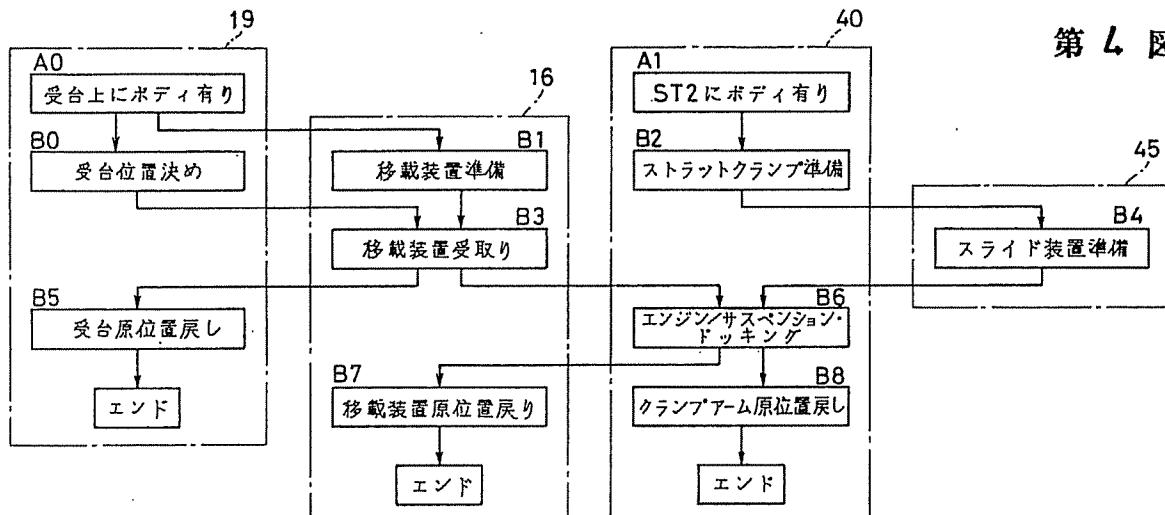


第 3 図

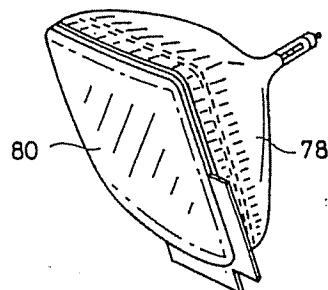
40:ドッキング装置
45:スライド装置
48A,48B:ロボット



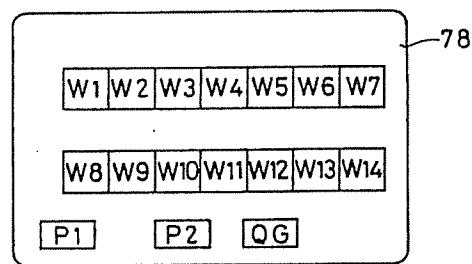
第4図



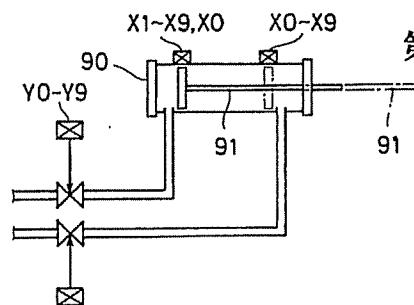
第6図



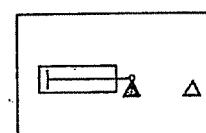
第7図



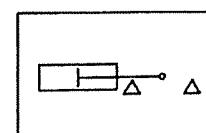
第8図



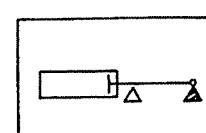
第10図



B



C



第9図

